



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003109897 A

(43) Date of publication of application: 11.04.03

(51) Int. Cl. H01L 21/027
G03F 7/30
G03F 7/32

(21) Application number: 2002214018

(22) Date of filing: 23.07.02

(30) Priority: 26.07.01 JP 2001225965

(71) Applicant: TOKYO ELECTRON LTD

(72) Inventor: TOSHIMA TAKAYUKI
AOYAMA TORU
IWAKI HIROYUKI

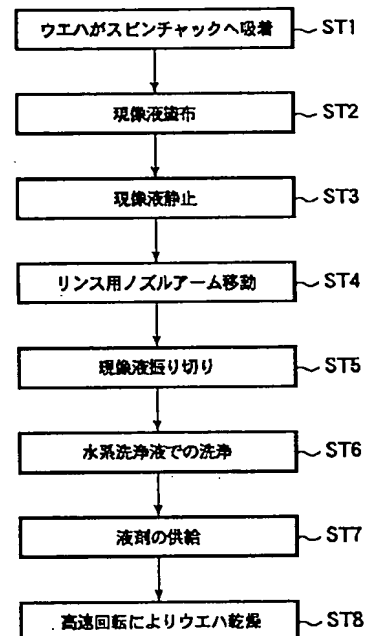
(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING DEVELOPMENT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a developing processing method which hardly produces pattern deterioration in final drying in developing processing for developing an exposure pattern.

SOLUTION: Developing processing is performed by developing processes (ST2 and ST3) for feeding a developer to a resist film after exposure on a substrate W and developing an exposure pattern, a process (ST6) for feeding a water-based washing liquid to the resist film forming the developing pattern, a process (ST7) for feeding a chemical whose surface tension is smaller than water without substantially dissolving a resist on the resist film feeding the water-based washing liquid, and a process (ST8) for rotating and drying the substrate W.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



供給ノズル
部材の張を行う

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-109897

(P2003-109897A)

(43) 公開日 平成15年4月11日 (2003.4.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/30	5 0 2 2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/30	5 0 2	7/32	5 0 1 5 F 0 4 6
7/32	5 0 1	H 0 1 L 21/30	5 6 9 F
			5 6 9 C

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-214018 (P2002-214018)

(22) 出願日 平成14年7月23日 (2002.7.23)

(31) 優先権主張番号 特願2001-225965 (P2001-225965)

(32) 優先日 平成13年7月26日 (2001.7.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 戸島 孝之
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 青山 亨
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100099944
弁理士 高山 宏志

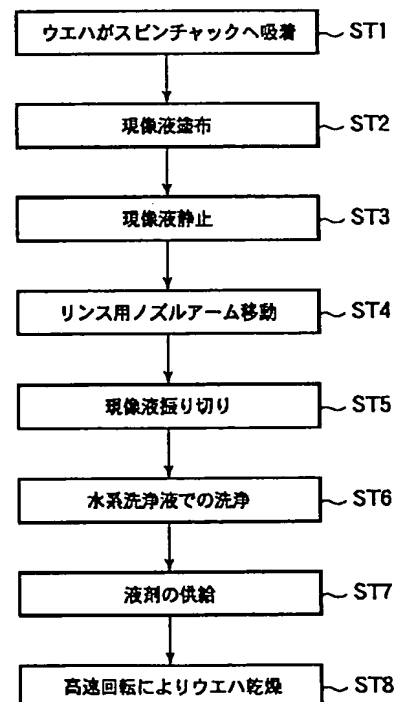
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像処理方法および現像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 露光パターンを現像する現像処理において最終の乾燥時にパターン倒れが発生し難い現像処理方法を提供すること。

【解決手段】 基板W上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像工程 (S T 2, S T 3) と、現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する工程 (S T 6) と、水系洗浄液が供給されたレジスト膜に実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する工程 (S T 7) と、基板Wを回転させて乾燥する工程 (S T 8) とにより現像処理が行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像工程と、
現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する工程と、

前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する工程と、
前記基板を回転させて乾燥する工程とを具備することを特徴とする現像処理方法。

【請求項2】 基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像工程と、
基板を回転させながら現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する工程と、

基板を回転させながら前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給して前記水系洗浄液を置換する工程と、

前記基板を回転させて乾燥する工程とを具備することを特徴とする現像処理方法。

【請求項3】 前記液剤は有機溶剤であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の現像処理方法。

【請求項4】 前記有機溶剤は疎水性であることを特徴とする請求項3に記載の現像処理方法。

【請求項5】 前記有機溶剤は、ハイドロフルオロエーテル類、キシレン、ヘキサメチルジシラザンの少なくとも1種であることを特徴とする請求項4に記載の現像処理方法。

【請求項6】 前記有機溶剤は前記水系洗浄液よりも比重が大きいことを特徴とする請求項4に記載の現像処理方法。

【請求項7】 前記有機溶剤を回収する工程をさらに有することを特徴とする請求項4から請求項6のいずれか1項に記載の現像処理方法。

【請求項8】 前記液剤は希フッ酸であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の現像処理方法。

【請求項9】 基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像処理装置であって、

基板を略水平に保持する基板保持部材と、
前記基板保持部材を回転させる回転機構と、
基板保持部材上の基板に現像液を供給する現像液供給機構と、

現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する水系洗浄液供給機構と、

前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する液剤供給機構とを具備し、

前記液剤供給機構から液剤が供給された後、前記回転機構により基板が回転されて乾燥されることを特徴とする

現像処理装置。

【請求項10】 前記液剤供給機構は、基板に有機溶剤を供給することを特徴とする請求項9に記載の現像処理装置。

【請求項11】 前記液剤供給機構は、基板に疎水性の有機溶剤を供給することを特徴とする請求項10に記載の現像処理装置。

【請求項12】 前記液剤供給機構は、基板に疎水性の有機溶剤として、ハイドロフルオロエーテル類、キシレン、ヘキサメチルジシラザンの少なくとも1種を供給することを特徴とする請求項11に記載の現像処理装置。

【請求項13】 前記液剤供給機構は、基板に水系洗浄液よりも比重が大きい疎水性の有機溶剤を供給することを特徴とする請求項11に記載の現像処理装置。

【請求項14】 前記液剤供給機構から供給された疎水性の有機溶剤を回収する回収機構をさらに有することを特徴とする請求項11から請求項13のいずれか1項に記載の現像処理装置。

【請求項15】 前記液剤供給機構は、基板に希フッ酸を供給することを特徴とする請求項9に記載の現像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハ等の基板上の露光後のレジスト膜の露光パターンを現像する現像処理方法および現像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば半導体デバイスの製造プロセスにおいては、半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という）の表面にレジスト液を供給してレジスト膜を形成し、レジスト塗布後のウエハに対して所定のパターンに対応して露光処理を行った後に当該ウエハのレジスト膜に形成された露光パターンを現像するという、いわゆるフォトリソグラフィ技術により所定のパターンを形成するためのマスクとしてレジストパターンが形成される。

【0003】このようなフォトリソグラフィ技術の各工程の中で現像処理においては、ウエハに現像液を供給し、その全面に例えば1mmの厚みになるように現像液パドルを形成し、所定時間自然対流により現像処理を進行させた後、現像液を振り切り、次いで、洗浄液として純水を供給してウエハ上に残存する現像液を洗い流す。その後、ウエハを高速で回転してウエハ上に残存する現像液および洗浄液を振り切りウエハを乾燥させる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近時、露光技術等の進歩により半導体デバイスの微細化が一層進行しており、微細かつ高アスペクト比のレジストパターンが出現するに至り、上述のような現像工程における最終の振り切り乾燥の際に、そのような微細かつ高アスペクト比のレジストパターンが倒れるという、「パターン倒

れ」が大きな問題となっている。

【0005】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、露光パターンを現像する現像処理において最終の乾燥時にパターン倒れが発生し難い現像処理方法および現像処理装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1の観点では、基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像工程と、現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する工程と、前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する工程と、前記基板を回転させて乾燥する工程とを具備する現像処理方法を提供する。

【0007】本発明の第2の観点では、基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像工程と、基板を回転させながら現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する工程と、基板を回転させながら前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給して前記水系洗浄液を置換する工程と、前記基板を回転させて乾燥する工程とを具備する現像処理方法を提供する。

【0008】本発明の第3の観点によれば、基板上の露光後のレジスト膜に現像液を供給して露光パターンを現像する現像処理装置であって、基板を略水平に保持する基板保持部材と、前記基板保持部材を回転させる回転機構と、基板保持部材上の基板に現像液を供給する現像液供給機構と、現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給する水系洗浄液供給機構と、前記水系洗浄液が供給されたレジスト膜に、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する液剤供給機構とを具備し、前記液剤供給機構から液剤が供給された後、前記回転機構により基板が回転されて乾燥される現像処理装置を提供する。

【0009】本発明においては、水系洗浄液で基板上の現像液を洗浄した後、水よりも表面張力の小さい液剤を供給するので、表面張力の大きい水系洗浄液が表面張力が小さい液剤に置換され、振り切り乾燥の際にレジストパターンに及ぼされる応力を小さくすることができる。したがって、レジストパターン倒れを抑制することができる。また、液剤としてレジストを溶解しないものを用いるので、レジストパターンに悪影響を及ぼすことがない。

【0010】本発明において、前記液剤としては有機溶剤が好ましい。一般的に有機溶剤は表面張力が小さく、このような目的に適している。有機溶剤は疎水性であることが好ましい。このように疎水性の有機溶剤を用いることにより水系洗浄液と容易に分離することができ、有

機溶剤を回収する工程を付加して有機溶剤を再利用することが可能となる。また、このような疎水性の有機溶剤としては、ハイドロフルオロエーテル類、キシレン、ヘキサメチルジシラザンの少なくとも1種を用いることができる。さらに、このような疎水性の有機溶剤の中では、ハイドロフルオロエーテル類のように水系洗浄液よりも比重が大きいものであることが好ましい。これにより、有機溶剤が回収タンク内の下部に存在することとなり有機溶剤の回収を一層容易に行うことが可能となる。前記液剤としては希フッ酸を用いることもできる。前記現像パターンに対応するレジストパターンと前記液剤との間の接触角は、 $60 \sim 120^\circ$ であることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明の現像処理方法を実施するための現像処理ユニットを搭載したレジスト塗布現像処理システムを示す概略平面図、図2はその正面図、図3はその背面図である。これらの図において、平面内において互いに直交する方向をX-Y、垂直方向をZで示している。

【0012】このレジスト塗布現像処理システム1は、搬送ステーションであるカセットステーション10と、複数の処理ユニットを有する処理ステーション11と、処理ステーション11と隣接して設けられる図示しない露光装置との間でウエハWを受け渡すためのインターフェイス部12とを具備している。

【0013】上記カセットステーション10は、被処理体としてのウエハWを複数枚例えば25枚単位でウエハカセットCRに搭載された状態で他のシステムからこのシステムへ搬入またはこのシステムから他のシステムへ搬出したり、ウエハカセットCRと処理ステーション11との間でウエハWの搬送を行うためのものである。

【0014】このカセットステーション10においては、図1に示すように、ウエハカセットCRを載置する載置台20上に図中X方向に沿って複数（図では4個）の位置決め突起20aが形成されており、この突起20aの位置にウエハカセットCRがそれぞれのウエハ出入口を処理ステーション11側に向けて一列に載置可能となっている。ウエハカセットCRにおいてはウエハWが垂直方向（Z方向）に配列されている。また、カセットステーション10は、載置台20と処理ステーション11との間に位置するウエハ搬送機構21を有している。このウエハ搬送機構21は、カセット配列方向（X方向）およびその中のウエハWのウエハ配列方向（Z方向）に移動可能なウエハ搬送用アーム21aを有しており、このウエハ搬送用アーム21aによりいずれかのウエハカセットCRに対して選択的にアクセス可能となっている。また、ウエハ搬送用アーム21aは、 θ 方向に回転可能に構成されており、後述する処理ステーション

11側の第3の処理ユニット群G₃に属するアライメントユニット(ALIM)およびエクステンションユニット(EXT)にもアクセスできるようになっている。

【0015】上記処理ステーション11は、ウエハWに対して塗布・現像を行う際の一連の工程を実施するための複数の処理ユニットを備え、これらが所定位置に多段に配置されており、これらによりウエハWが一枚ずつ処理される。この処理ステーション11は、図1に示すように、中心部に搬送路22aを有し、この中に主ウエハ搬送機構22が設けられ、搬送路22aの周りに全ての処理ユニットが配置されている。これら複数の処理ユニットは、複数の処理ユニット群に分かれており、各処理ユニット群は複数の処理ユニットが鉛直方向に沿って多段に配置されている。

【0016】主ウエハ搬送機構22は、図3に示すように、筒状支持体49の内側に、ウエハ搬送装置46を上下方向(Z方向)に昇降自在に装備している。筒状支持体49はモータ(図示せず)の回転駆動力によって回転可能となっており、それとともなうウエハ搬送装置46も一体的に回転可能となっている。

【0017】ウエハ搬送装置46は、搬送基台47の前後方向に移動自在な複数本の保持部材48を備え、これらの保持部材48によって各処理ユニット間でのウエハWの受け渡しを実現している。

【0018】また、図1に示すように、この実施の形態においては、4個の処理ユニット群G₁、G₂、G₃、G₄が搬送路22aの周囲に配置されており、処理ユニット群G₅は必要に応じて配置可能となっている。

【0019】これらのうち、第1および第2の処理ユニット群G₁、G₂はシステム正面側に並列に配置され、第3の処理ユニット群G₃はカセットステーション10に隣接して配置され、第4の処理ユニット群G₄はインターフェイス部12に隣接して配置されている。また、第5の処理ユニット群G₅は背面部に配置可能となっている。

【0020】第1の処理ユニット群G₁では、カップCP内でウエハWをスピンチャック(図示せず)に載置してウエハWにレジストを塗布するレジスト塗布処理ユニット(COT)および同様にカップCP内でレジストのパターンを現像する現像処理ユニット(DEV)が下から順に2段に重ねられている。第2の処理ユニット群G₂も同様に、2台のスピナ型処理ユニットとしてレジスト塗布処理ユニット(COT)および現像処理ユニット(DEV)が下から順に2段に重ねられている。

【0021】第3の処理ユニット群G₃においては、図3に示すように、ウエハWを載置台SPに載せて所定の処理を行うオープン型の処理ユニットが多段に重ねられている。すなわち、レジストの定着性を高めるためのいわゆる疎水化処理を行うアドヒージョンユニット(A

ト(ALIM)、ウエハWの搬入出を行うエクステンションユニット(EXT)、冷却処理を行うクーリングユニット(COL)、露光処理前や露光処理後、さらには現像処理後にウエハWに対して加熱処理を行う4つのホットプレートユニット(HP)が下から順に8段に重ねられている。なお、アライメントユニット(ALIM)の代わりにクーリングユニット(COL)を設け、クーリングユニット(COL)にアライメント機能を持たせてもよい。

10 【0022】第4の処理ユニット群G₄も、オープン型の処理ユニットが多段に重ねられている。すなわち、クーリングユニット(COL)、クーリングプレートを備えたウエハ搬入出部であるエクステンション・クーリングユニット(EXTCOL)、エクステンションユニット(EXT)、クーリングユニット(COL)、および4つのホットプレートユニット(HP)が下から順に8段に重ねられている。

20 【0023】主ウエハ搬送機構22の背部側に第5の処理ユニット群G₅を設ける場合には、案内レール25に沿って主ウエハ搬送機構22から見て側方へ移動できるようになっている。したがって、第5の処理ユニット群G₅を設けた場合でも、これを案内レール25に沿ってスライドすることにより空間部が確保されるので、主ウエハ搬送機構22に対して背後からメンテナンス作業を容易に行うことができる。

30 【0024】上記インターフェイス部12は、奥行方向(X方向)の長さが処理ステーション11と同じであり、図1、図2に示すように、このインターフェイス部12の正面部には、可搬性のピックアップカセットCRと定置型のバッファカセットBRが2段に配置され、背面部には周辺露光装置23が配設され、中央部には、ウエハ搬送機構24が配設されている。このウエハ搬送機構24は、ウエハ搬送用アーム24aを有しており、このウエハ搬送用アーム24aは、X方向、Z方向に移動して両カセットCR、BRおよび周辺露光装置23にアクセス可能となっている。また、このウエハ搬送用アーム24aは、θ方向に回転可能であり、処理ステーション11の第4の処理ユニット群G₄に属するエクステンションユニット(EXT)や、さらには隣接する露光装置側のウエハ受け渡し台(図示せず)にもアクセス可能となっている。

40 【0025】このように構成されるレジスト塗布現像処理システム1においては、ウエハカセットCRから処理前のウエハWを1枚ずつウエハ搬送機構21によって取り出し、処理ステーション11のアライメントユニット(ALIM)へ搬入する。次いで、ここで位置決めされたウエハWを主ウエハ搬送機構22により搬出し、アドヒージョンユニット(AD)に搬入してアドヒージョン処理を施す。このアドヒージョン処理の終了後、ウエハWを主ウエハ搬送機構22により搬出し、クーリングユ

ニット(COL)に搬送して、ここで冷却する。次いで、ウエハWをレジスト塗布ユニット(COT)に搬送してレジスト塗布を行い、さらに、ホットプレートユニット(HP)でプリベーク処理を行って、エクステンション・クーリングユニット(EXTCOL)を介して、インターフェイス部12に搬送し、そこからウエハ搬送機構24により隣接する露光装置に搬送する。さらに、露光装置にて露光処理のなされたウエハWを、ウエハ搬送機構24によりインターフェイス部12、エクステンションユニット(EXT)を介して処理ステーション11に搬送する。処理ステーション11において、主ウエハ搬送機構22によりウエハWをホットプレートユニット(HP)に搬送してポストエクスポージャー処理を施し、さらに現像ユニット(DEV)に搬送して現像処理を施した後、ホットプレートユニット(HP)でポストベーク処理を行い、クーリングユニット(COL)において冷却した後、エクステンションユニット(EXT)を介してカセットステーション10に搬送する。以上のようにして所定の処理がなされたウエハWを、ウエハ搬送機構21がウエハカセットCRに収納する。

【0026】次に、本発明の現像処理方法を実施するための現像処理ユニット(DEV)について図4および図5を参照しながら説明する。図4および図5は、現像処理ユニット(DEV)の全体構成を示す断面図および平面図である。

【0027】この現像処理ユニット(DEV)は筐体50を有し、その中央部には環状のカップCPが配置され、カップCPの内側にはスピンチャック52が配置されている。スピンチャック52は真空吸着によってウエハWを固定保持した状態で駆動モータ54によって回転駆動される。駆動モータ54は、筐体50の底板50aの開口に昇降移動可能に配置され、たとえばアルミニウムからなるキャップ状のフランジ部材56を介してたとえばエアシリンダからなる昇降駆動機構58および昇降ガイド60と結合されている。駆動モータ54の側面にはたとえばステンレス鋼(SUS)からなる筒状の冷却ジャケット62が取り付けられ、フランジ部材56は、この冷却ジャケット62の上半部を覆うように取り付けられている。

【0028】現像液塗布時、フランジ部材56の下端は、底板50aの開口の外周付近で底板50aに密着し、これによりユニット内部が密閉される。スピンチャック52と主ウエハ搬送機構22との間でウエハWの受け渡しが行われる時は、昇降駆動機構58が駆動モータ54およびスピンチャック52を上方へ持ち上げることでフランジ部材56の下端が筐体50の底板50aから上昇するようになっている。

【0029】カップCPの底部には、その中央寄りの部分に排気管64が接続され、またその外側寄りの部分に排液管66が接続されている。そして、排気管64から

カップCP内の気体が排気されるとともに、排液管66からは、現像液を振り切るときに飛散した現像液や現像液を洗い流すための洗浄液、および有機溶剤が排出される。なお、現像処理ユニット(DEV)の筐体50の側壁には、ウエハ保持部材48が侵入するための開口70が形成されている。

【0030】カップCPの上方には、ウエハWの表面に現像液を供給するための現像液供給ノズル81と、現像後のウエハWに純水のような水系洗浄液を供給するための水系洗浄液供給ノズル84と、水系洗浄液を供給後のウエハWに実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給するための液剤供給ノズル87とが、ウエハW上の供給位置とウエハWの外方の待機位置との間で移動可能に設けられている。そして、現像液供給ノズル81は現像液供給配管82を介して現像液供給部83に接続されており、水系洗浄液供給ノズル84は水系洗浄液供給配管85を介して水系洗浄液供給部86に接続されており、液剤供給ノズル87は液剤供給配管88を介して液剤供給部89に接続されている。

【0031】現像液供給ノズル81は第1のノズルスキャンアーム91の先端部に着脱可能に取り付けられており、水系洗浄液供給ノズル84は第2のノズルスキャンアーム92の先端部に着脱可能に取り付けられており、液剤供給ノズル87は第3のノズルスキャンアーム93の先端部に着脱可能に取り付けられている。そして、これら第1、第2、第3のノズルスキャンアーム91、92、93は、それぞれ、筐体50の底板50aの上にY方向に沿って敷設されたガイドレール94上から垂直方向に延び、ガイドレール94上を水平移動可能な第1の垂直支持部材95、第2の垂直支持部材96および第3の垂直支持部材97の上端部に取り付けられており、現像液供給ノズル81、水系洗浄液供給ノズル84、および液剤供給ノズル87は、これら第1、第2、第3の垂直支持部材95、96、97とともに図示しないY軸駆動機構によってY方向に沿って移動するようになっている。また、第1、第2、第3の垂直支持部材95、96、97は図示しないZ軸駆動機構によってZ方向に移動可能となっており、現像液供給ノズル81、水系洗浄液供給ノズル84、および液剤供給ノズル87は、対応する垂直支持部材の移動によってウエハWに近接した吐出位置とその上方の非吐出位置との間で移動されるようになっている。なお、現像液供給ノズル81は、ノズル待機部98に待機されるようになっており、このノズル待機部98には現像液供給ノズル81を洗浄するノズル洗浄機構99が設けられている。

【0032】上記現像液供給ノズル81は、長尺状をなしその長手方向を水平にして配置され、下面に複数の吐出口を有しており、吐出された現像液が全体として帯状になるようになっている。そして、現像液の塗布の際には、ウエハWの上方に位置する現像液供給ノズル81が

ら現像液を帯状に吐出させながら、ウエハWを1/2回転以上、例えば1回転させることにより、現像液がウエハW全面に塗布される。なお、現像液吐出の際には、ウエハWを回転させずに現像液供給ノズル81をガイドレール94に沿ってスキャンさせてもよい。

【0033】また、上記水系洗浄液供給ノズル84および液剤供給ノズル87はストレートノズルで構成されており、水系洗浄液供給ノズル84は、現像工程終了後、ウエハW上に移動されてウエハW上の現像パターンが形成されたレジスト膜に水系洗浄液を供給して洗浄し、液剤供給ノズル87は、水系洗浄液による洗浄後に実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給して水系洗浄液を置換する。

【0034】現像液供給部83、水系洗浄液供給部86および液剤供給部89からの現像液、水系洗浄液および液剤の供給は、液供給制御部100によって制御されるようになっている。

【0035】次に、このように構成された現像処理ユニット(DEV)における現像処理の動作を図6の工程図を参照しながら説明する。所定のパターンが露光されポストエクスポージャーバーク処理および冷却処理されたウエハWを、主ウエハ搬送機構22によって現像処理ユニット(DEV)内のカップCPの真上まで搬送し、スピンチャック52を昇降駆動機構58によって上昇させることによりスピンチャック52上に真空吸着させる(ST1)。

【0036】次いで、現像液供給ノズル81をウエハWのほぼ中央上方に移動させ、この現像液供給ノズル81から現像液を帯状に吐出させながら、ウエハWを1/2回転以上、例えば1回転させることにより、または、現像液供給ノズル81をガイドレール94に沿ってウエハWの一方の端部から他方の端部へスキャンしながら現像液を吐出することにより、現像液をウエハW全面に塗布し、図7の(a)に示すように、例えば1.2mmの厚さの現像液パドル101を形成する(ST2)。このようにして現像液パドル101をウエハW上に静止させることにより現像を進行させる(ST3)。このように現像が進行している間、図7の(b)に示すように、現像液供給ノズル81を待機位置98に移動させ、水系洗浄液供給ノズル84をウエハWのほぼ中央上方に移動させる(ST4)。

【0037】所定時間経過後、スピンチャック52を所定の回転速度で回転させることによりウエハWから現像液を振り切り(ST5)、それとほぼ同時に、図7の

(c)に示すように、ウエハWを所定の回転速度で回転させながら水系洗浄液供給ノズル84からウエハW上の現像パターンが形成されたレジスト膜へ水系洗浄液、例えば純水を供給し、レジスト膜上に存在する現像液を洗い流す(ST6)。

【0038】このような洗浄工程の後、図7の(d)に

示すように、液剤供給ノズル87をウエハWのほぼ中央上方に移動させ、ウエハWを所定の回転速度で回転させながら、現像パターンが形成された洗浄後のレジスト膜へ実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤を供給する(ST7)。これにより、レジスト膜上の水系洗浄液および残留している現像液の大部分が上記液剤に置換される。すなわち、レジスト膜の表面が上記液剤に覆われた状態となる。なお、液剤を供給する際には、供給中の一部の期間ウエハが停止していてもよい。

【0039】このようにしてウエハWのレジスト膜の水系洗浄液を上記液剤に置換した後、ウエハWを高速で回転させ、ウエハW上に残存する液剤を振り切ってウエハWを乾燥させる(ST8)。これにより、一連の現像処理が終了する。

【0040】このように、本実施形態においては、現像工程終了後にウエハW上のレジスト膜を水系洗浄液で洗浄し、次いでレジスト膜に水よりも表面張力が小さい液剤を供給するので、表面張力の大きい水系洗浄液が、より表面張力が小さい液剤に置換され、振り切り乾燥の際にレジストパターンに及ぼされる応力を小さくすることができ、レジストパターン倒れを抑制することができる。すなわち、純水のような水系洗浄液は表面張力が大きいので、ウエハWの回転にともなう遠心力によってレジストパターンの凹部から抜け出る際に、表面張力に抗する大きな応力がレジストパターンに及ぼされるが、このように水よりも表面張力が小さい液剤の供給によって水系洗浄液がその液剤に置換され、レジストパターンの凹部にはこのような水よりも表面張力の小さい液剤が存在するため、これが凹部から抜け出る際のレジストパターンに及ぼされる応力を水系洗浄液のときよりも格段に小さくすることができ、レジストパターンが倒れ難くなる。この場合に、上記液剤の供給時間あるいは液剤の供給量等を調整し、図8に示すレジストパターン102とその間の液剤103との接触角 θ を 60° 以上 120° 未満、好ましくは 70° 以上 120° 未満となるようにすれば、液剤の表面張力が極めて小さいものとなり、レジストパターン倒れの発生をより有効に防止することができる。また、この液剤として、上述のように実質的にレジストを溶解しないものを用いるので、レジストパターンに悪影響を及ぼすこともない。

【0041】ところで、接触角 θ は実際にパターンとパターンとの間に液剤が存在する状態で測定されるが、このような液剤として揮発性の高いものを採用した場合には接触角 θ を直接測定することは困難である。このような場合には、上記ST8が終了した後、パターンとパターンとの間に純水を入れて接触角を測定することにより近似的にその液剤の接触角 θ を求めることができる。これは、接触角 θ が上記液剤によるレジストの表面改質効果と液剤の表面張力とによって決定され、そのうちの表

面改質効果が支配的であるからである。すなわち、純水を入れた後の接触角の値は表面張力の寄与分が液剤から純水に変わっただけであり、その液剤の接触角 θ に近似した値となる。より精度を高めるためには、何らかの方法で表面張力の寄与分を補正すればよい。

【0042】ここで用いる液剤としては、レジストを溶解しないものであれば特に限定されるものではないが、一般的に表面張力が小さいことが知られている有機溶剤を用いることが好ましい。

【0043】有機溶剤としては、水系洗浄液との親和性が低い疎水性のものであることが好ましい。このような疎水性の有機溶剤を用いることにより、有機溶剤の分離回収を容易に行うことができ、有機溶剤の再利用を図ることができる。このような疎水性の有機溶剤としては、ハイドロフルオロエーテル類、キシレン、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)の少なくとも1種を好適に用いることができる。

【0044】この場合に、分離回収を一層容易にする観点からは、水系洗浄液よりも比重が高い有機溶剤を用いることが好ましい。上記ハイドロフルオロエーテル類がこのような有機溶剤に該当する。ハイドロフルオロエーテル類としては、メチルパーフルオロイソブチルエーテル、メチルパーフルオロプロピルエーテルを挙げることができ、これら単独または混合して用いることができる。

【0045】もちろん上記液剤としては有機溶剤以外であってもよく、例えば希フッ酸を挙げることができる。希フッ酸としては濃度が0.1~10%のものが好ましく、0.5~2%のものがより好ましい。

【0046】次に、本発明の効果を確認した実験について説明する。ウエハに厚さ0.8 μ mのレジスト膜を形成し、これに0.2 μ m幅で長さ7.0 μ mの条状のパターンが0.2 μ m間隔で平行に形成されるように露光を行った。露光の際のフォーカスキャリブレーションは1.1を基準として-0.1(1.0)、-0.2

(0.9)で行った。露光後、図9に示すように、現像液供給ノズルをパターン方向と垂直にスキャンしながら現像液を供給して塗布したもの、およびパターン方向と平行にスキャンしながら現像液を供給して塗布したものの両方について、現像液パドルを所定時間静止させて現像処理を行った後、引き続いて以下の処理を行った。

【0047】まず、ウエハを回転させてレジスト膜上の現像液を振り切った後、ウエハを回転させながら洗浄液として純水を供給してレジスト膜を洗浄した。この際に、ウエハの回転速度を最初1200rpmにして5秒間洗浄後、500rpmに減速して10秒間洗浄した。次いで、ウエハの回転を停止させた状態でハイドロフルオロエーテル(HFE)系溶剤(メチルパーフルオロイソブチルエーテルとメチルパーフルオロプロピルエーテルとを混合したもの)をウエハ上のレジスト膜に5秒間供給し、続いてウエハを500rpmで10秒間回転させ

た後、再び停止させて15秒間放置し、ウエハ上のレジストに付着した純水を上記溶剤に置換した。その後、ウエハを2000rpmで15秒間回転させて有機溶剤を振り切り、ウエハを乾燥させた。

【0048】また、比較のため、同様にして純水洗浄を行った後、HFE系溶剤による洗浄を行わないで、同様にウエハを2000rpmで15秒間回転させて純水を振り切ったものも準備した。

【0049】これらウエハにおいて、図10に示す十字方向およびクロス方向の21個の領域(ショット)について、現像後のレジストパターンを走査型電子顕微鏡(SEM)写真にて観察した。各ショットとも現像後のレジストパターンが5個含まれる視野とし、各ショット毎にパターン倒れが存在するか否かを1,0判定した。そして、パターン倒れが生じていたショットの割合を把握した。その結果を図11に示す。図11に示すように、純水洗浄後、純水を有機溶剤で置換して振り切り乾燥した場合には、純水洗浄後に振り切り乾燥した場合に比べて、いずれの条件においても格段にパターン倒れが減少した。このように、本発明の効果が実験により確認された。

【0050】上述したように、実質的にレジストを溶解せず、水よりも表面張力が小さい液剤として疎水性の有機溶剤を用いた場合には、有機溶剤の分離回収を容易に行うことができ、特に水系洗浄液よりも比重が高い場合に一層容易に分離回収を行うことができるが、この場合に有機溶剤の分離回収を実現可能な有機溶剤回収機構について図12を参照しながら説明する。

【0051】図12に示すように、カップCPの底部に設けられた排液管66は、下方で現像工程終了後に振り切られた現像液の排液を導く現像排液配管111と、水系洗浄液および有機溶剤の排液を導く洗浄排液配管113とに分岐しており、配管111に設けられたバルブ112および配管113に設けられたバルブ114を開閉することにより、排液するほうの配管を切替可能となっている。有機溶剤回収機構130は、洗浄排液配管113と、この洗浄排液配管113が接続される中間タンク115とを有しており、この中間タンク115内に水系洗浄液117および有機溶剤118が貯留される。有機溶剤118として水系洗浄液117よりも比重が大きいもの、例えばHFEを使用するので、水系洗浄液117が上方、有機溶剤118が下方になるように中間タンク115内で分離する。また、有機溶剤回収機構130は、中間タンク115の底部に接続された有機溶剤回収配管119を有しており、この有機溶剤回収配管119は、液剤供給配管88に接続されている。有機溶剤回収配管119には、ポンプ120、フィルタ121およびバルブ122が介在されており、ポンプ120の駆動力によって中間タンク115から液剤供給配管88に有機溶剤118を送って再利用を図ることができる。そし

て、液剤供給部 8 9 からの新しい有機溶剤と回収された有機溶剤との切替は、有機溶剤回収配管 1 1 9 に設けられたバルブ 1 2 2 および液剤供給配管 8 8 に設けられたバルブ 1 2 3 を開閉することにより行うことができる。一方、中間タンク 1 1 5 の側壁の上部には、水系洗浄液排液配管 1 1 6 が接続されており、相対的に比重が小さい水系洗浄液 1 1 7 のみをこの配管 1 1 6 を介してドレインとして工場の廃液ラインに流すことが可能となる。

【0052】以上のような構成によれば、水系洗浄液とパターン倒れを防止するために用いられる有機溶剤とを極めて容易に分離し、有機溶剤のみを回収することができる。したがって、極めて容易に有機溶剤を再利用することが可能となる。

【0053】なお、有機溶剤として HMDS のように疎水性ではあるが水系洗浄液よりも比重の小さいものを用いた場合には、中間タンクの上部に有機溶剤回収配管を設け、底部に水系洗浄液排液配管を設けることにより、その分離回収を行うことが可能である。

【0054】なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、水系洗浄液として純水を例示したが、純水に他の物質が多少添加したものであってもよい。また、上記実施形態では水系洗浄液の供給時および液剤の供給時にウエハを回転させたが、必ずしもウエハを回転させる必要はない。さらに、上記実施形態では本発明を半導体ウエハの現像処理に適用したが、これに限らず、微細なレジストパターンが形成される基板であれば、液晶表示装置(LCD)用基板等、他の基板の現像処理にも適用することができる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水系洗浄液で基板上の現像液を洗浄した後、水よりも表面張力の小さい液剤を供給するので、表面張力の大きい水系洗浄液が表面張力が小さい液剤に置換され、振り切り乾燥の際にレジストパターンに及ぼされる応力を小さくすることができる。したがって、レジストパターン倒れを抑制することができる。また、液剤としてレジストを溶解しないものを用いるので、レジストパターンに悪影響を及ぼすことがない。

* 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の現像処理方法を実施するための現像処理ユニットを搭載した半導体ウエハのレジスト塗布現像処理システムの全体構成を示す平面図。

【図 2】図 1 に示すレジスト塗布現像処理システムを示す正面図。

【図 3】図 1 に示すレジスト塗布現像処理システムを示す背面図。

【図 4】本発明が適用される現像処理ユニットの全体構成を示す断面図。

【図 5】本発明が適用される現像処理ユニットを示す平面図。

【図 6】本発明の一実施形態における現像処理方法の工程を示すフローチャート。

【図 7】本発明の一実施形態における現像処理方法の各工程の処理状態を示す図。

【図 8】レジストパターンとその間の液剤との接触角を示す図。

【図 9】本発明の効果を示す実験におけるパターンと現像液供給ノズルのスキャン方向との関係を説明するための図。

【図 10】本発明の効果を示す実験においてパターン倒れを確認した領域(ショット)を示す図。

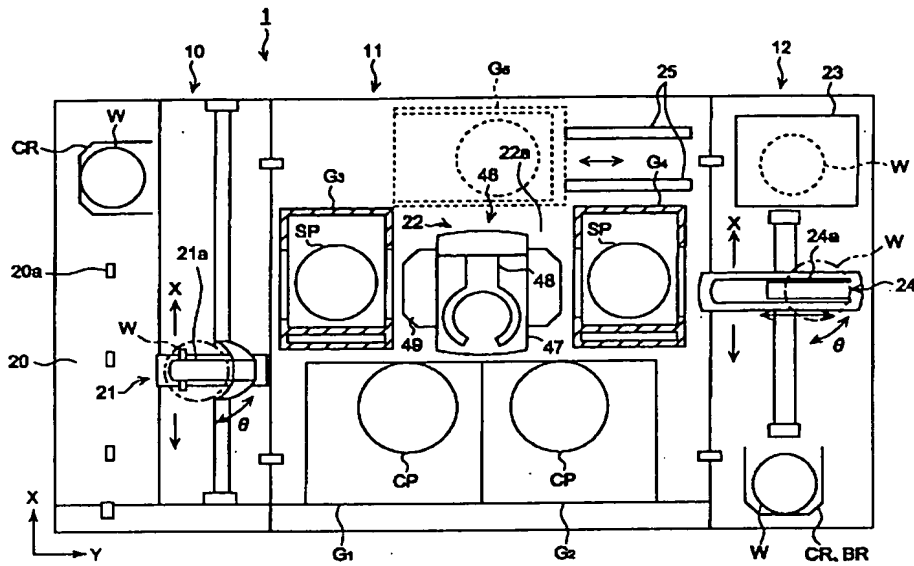
【図 11】本発明の効果を示す実験の結果を示す図。

【図 12】図 4 および図 5 に示す現像処理ユニットに設けられる有機溶剤を分離回収する有機溶剤回収機構を示す模式図。

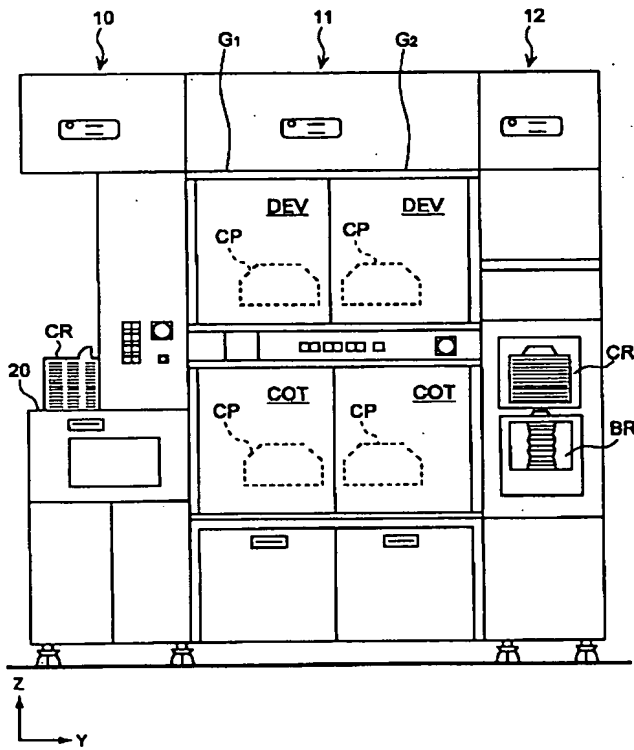
【符号の説明】

- 5 1 ……スピンチャック
- 8 1 ……現像液供給ノズル
- 8 3 ……現像液供給部
- 8 4 ……水系洗浄液供給ノズル
- 8 6 ……水系洗浄液供給部
- 8 7 ……液剤供給ノズル
- 8 9 ……液剤供給部
- 1 3 0 ……有機溶剤回収機構
- DE V ……現像処理ユニット
- W ……半導体ウエハ

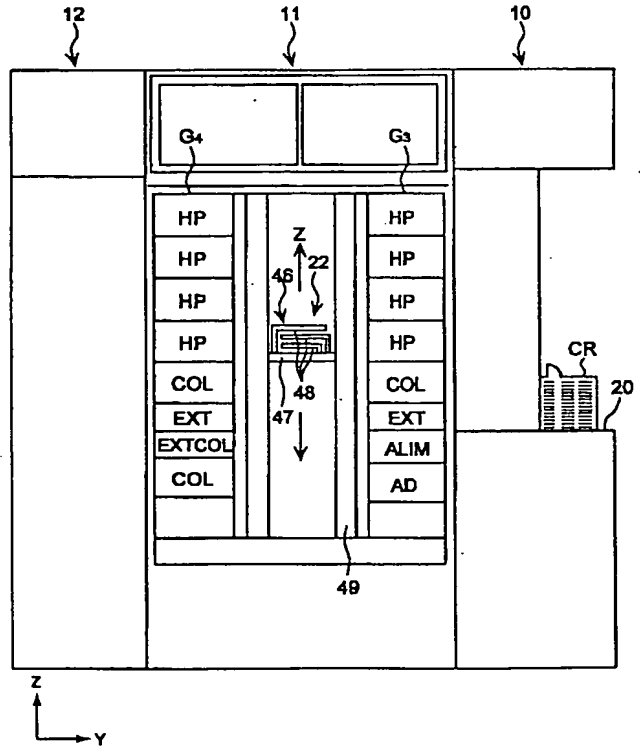
【図1】



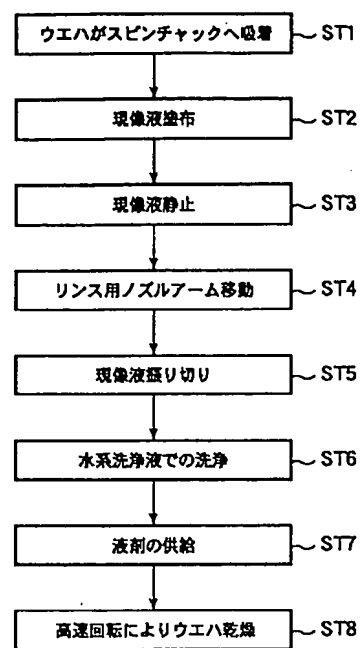
【図2】



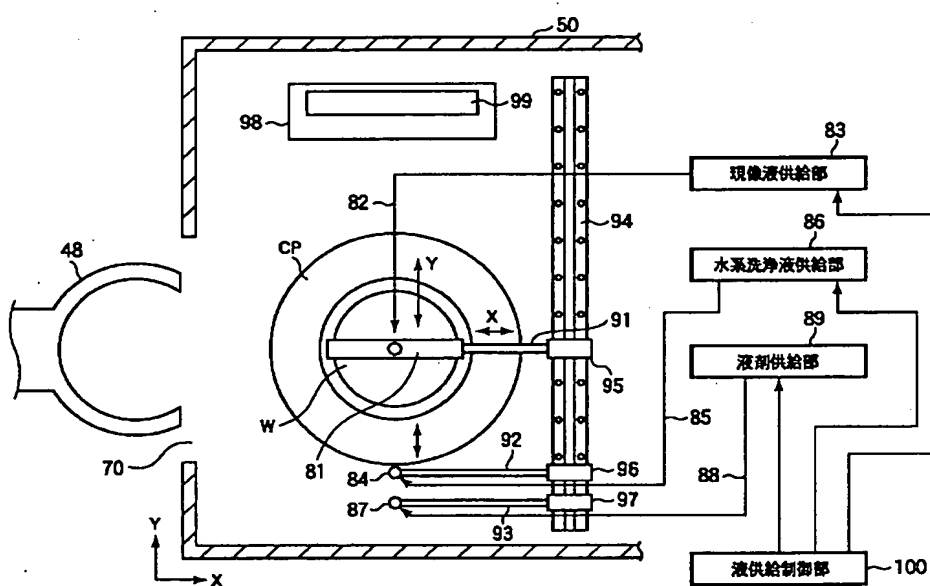
【図3】



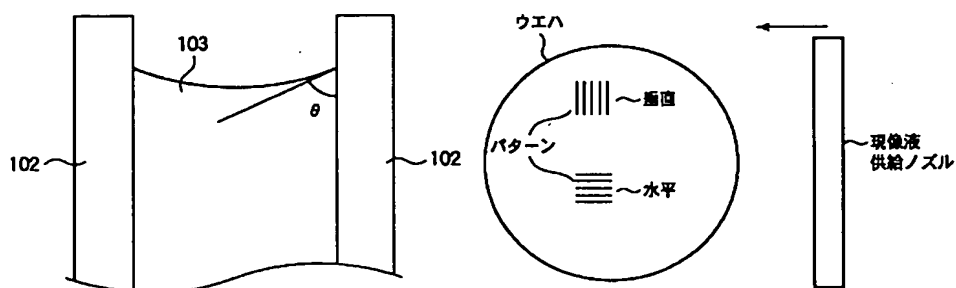
【图 6】



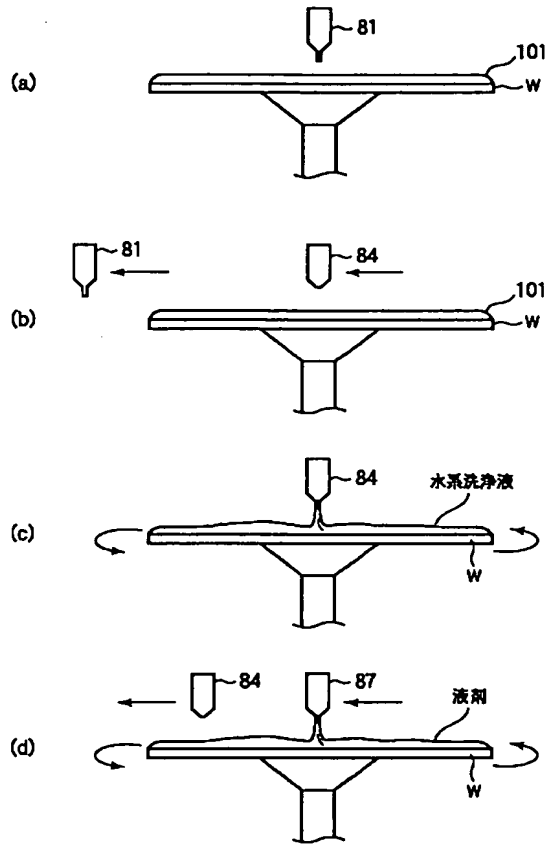
【图5】



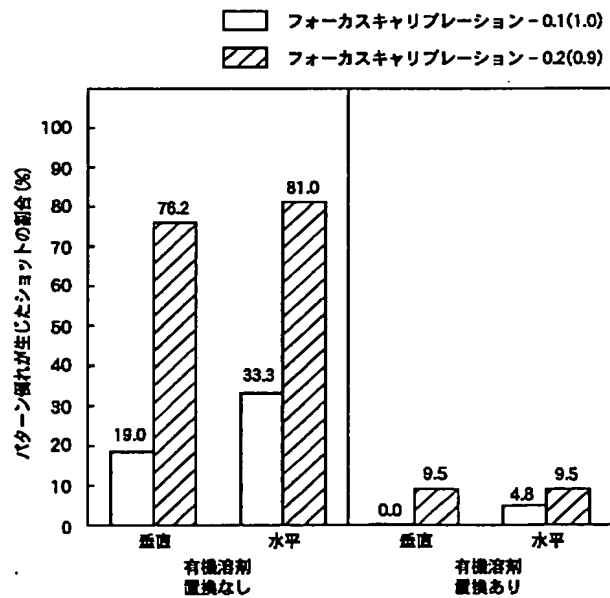
【図 9】



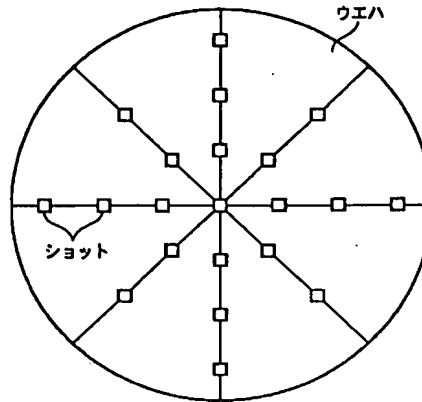
【図7】



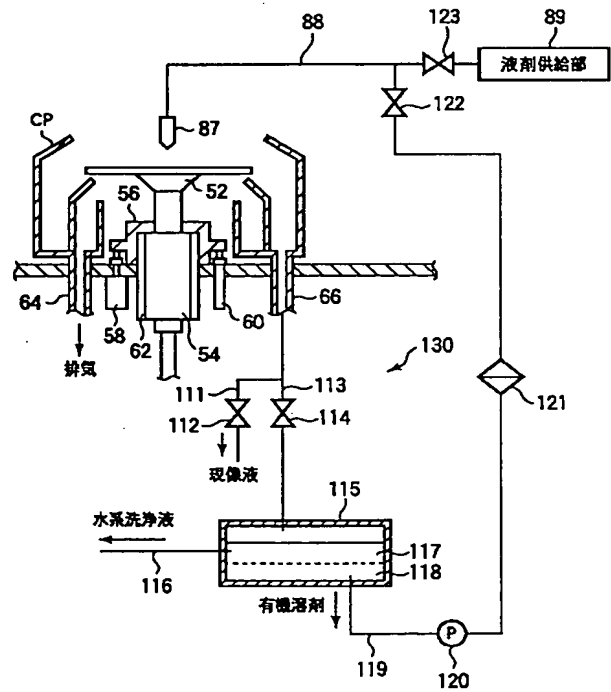
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 岩城 浩之

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

Fターム(参考) 2H096 AA25 GA18 LA25 LA30
5F046 LA01 LA03 LA12 LA14